



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 11 978 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**A 63 H 19/24**

21 Aktenzeichen: 100 11 978.6  
22 Anmeldetag: 11. 3. 2000  
43 Offenlegungstag: 4. 10. 2001

DE 100 11 978 A 1

71 Anmelder:  
Lenz Elektronik GmbH, 35398 Gießen, DE  
  
74 Vertreter:  
Patent- und Rechtsanwälte Holtz, Martin, Lippert,  
Frankfurt, München, 60322 Frankfurt

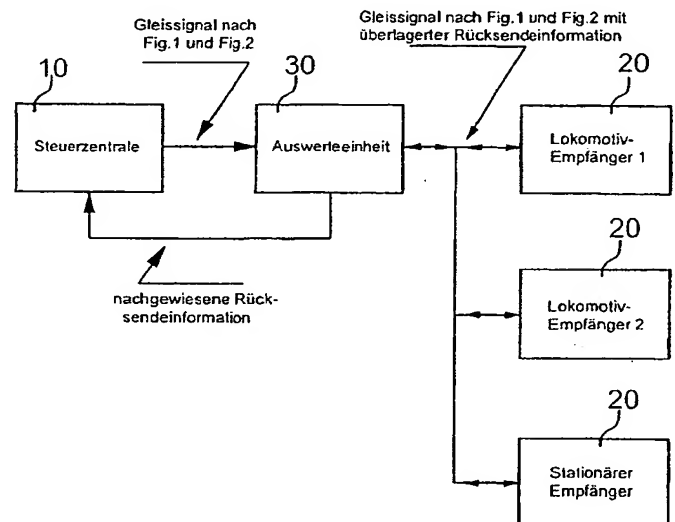
72 Erfinder:  
Lenz, Bernd, 35398 Gießen, DE  
  
56 Entgegenhaltungen:  
DE 39 27 651 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Digitale Mehrzugsteuerung mit bidirektionalem Datenverkehr

57 Zur digitalen Steuerung von beweglichen und stationären Verbrauchern (20) einer Modelleisenbahnanlage werden ein Verfahren und eine Vorrichtung vorgeschlagen, bei denen die am Gleis anliegende Versorgungsspannung für die Verbraucher eine entsprechend der digitalen Steuerinformation einer Steuerzentrale (10) frequenz- und/oder impulsweitenmodulierte Rechteckspannung ist und die Verbraucher eine Abtasteinrichtung für die Rechteckspannung aufweisen und zum Erzeugen eines gegenüber der Frequenz der modulierten Rechteckspannung höherfrequenten Rücksendesignal jeder Verbraucher (20) eine Erzeugungseinrichtung aufweist, die nach Empfang einer für den jeweiligen Verbraucher bestimmten Steuerinformation mit einem aus dem Abtastsignal der Abtasteinrichtung gewonnenen Synchronisationssignal zum Anlegen des Rücksendesignals an das Gleis aktiviert wird, und eine an das Gleis angeschlossene und mit der Steuerzentrale verbundene Auswerteeinheit (30) eine Nachweiseinrichtung für das Rücksendesignal aufweist, die das Rücksendesignal in flankenfreien Spannungsabschnitten der Rechteckspannung nachweist.



DE 100 11 978 A 1

[0001] Bei digitalen Steuerungen von Modelleisenbahnanlagen werden von der Steuerzentrale an den jeweiligen Verbraucher digitale Information und gleichzeitig die Leistungsverorgung über dieselbe Zuleitung, nämlich das Gleis übertragen. Die Steuerzentrale moduliert die Versorgungsspannung mit einem Steuersignal für den Empfänger im Verbraucher. Bewegliche Verbraucher in Form von Lokomotiven erhalten so als digitale Information eine Adresse, eine gewünschte Fahrgeschwindigkeit oder Schaltinformationen. Die Empfänger in den Verbrauchern decodieren die Steuersignale und steuern einen Motor oder Schaltausgänge mit der Energie, die ebenfalls über das Gleis gesendet wird.

[0002] Im Falle stationärer Empfänger gilt im Prinzip dasselbe, es wird nur eine feste Verdrahtung ausgehend vom Gleis benutzt. Stationäre Verbraucher sind beispielsweise Weichenstellglieder, die mit Hilfe der Gleisspannung sowohl versorgt als auch angesteuert werden und mit einem entsprechenden Empfänger ausgestattet sind.

[0003] Diese Art der Spannungsübertragung sowohl zur Versorgung als auch Ansteuerung wird bisher unidirektional von der Steuerzentrale zum Verbraucher ausgeführt. Die Kontaktgabe über das Gleis ist dabei bekanntermaßen infolge möglicher schlechter Gleiskontakte, Radsätze, Schleifer, Kontaktstörungen an Weichen und dergleichen nicht unkritisch. Auch die Schaltvorgänge in den Empfängern sowie die Kurvenform des Steuer/Versorgungssignals bzw. Gleissignals selbst können starke Störungen mit entsprechenden Oberwellen hervorrufen. Durch diese Umstände kann es einerseits dazu kommen, daß z. B. der Empfänger einer Lokomotive ein Steuersignal gar nicht empfängt, und andererseits auch vorkommen, daß ein zwar empfangenes Steuersignal so gestört ist, daß es nicht richtig decodiert werden kann.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur digitalen Steuerung von beweglichen und stationären Verbrauchern einer Modelleisenbahnanlage der im Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche angegebenen Merkmale so weiter zu entwickeln, daß die Steuerung mit geringem technischen Aufwand und unter Erhalt der jeweils gegebenen Steuernorm zuverlässiger gestaltet werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen definiert. Die Erfindung stellt danach eine digitale Mehrzugsteuerung mit bidirektionalem Datenverkehr zwischen den Verbrauchern und der Steuerzentrale der Modelleisenbahnanlage bereit. Der bidirektionale Datenverkehr ermöglicht die Rücksendung von Information vom Verbraucher, die im einfachsten Fall eine Empfangsquittierung darstellt.

[0006] In der Erfindung wird ein grundsätzliches Problem gelöst. So sind eine Rücksendung von Daten vom Empfänger des jeweiligen Verbrauchers über denselben Übertragungsweg wie die Gleisspannung wegen der aufgezeigten Störungen auf diesem Übertragungsweg und der hierdurch bedingten starken Überlagerung des zurückzusendenden Nutzsignals mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Dasselbe gilt für die erfolgreiche Decodierung der Daten, beispielsweise in Form einer Befehlsquittierung. Das der Versorgungsspannung als Frequenzmodulation oder Impulsbreitenmodulation von der Steuerzentrale aufgeprägte Steuersignal ist zudem vorgegeben und ständig präsent und darf nicht durch die Rücksendung beeinträchtigt werden. Umgekehrt bereitet die starke Steuersignal-Modulation im Gleissignal bei der Decodierung eines rückzusendenden Signals Probleme. Erschwerend kommt hinzu, daß vor allem die

Empfänger der beweglichen Verbraucher selbst durch die Bauart bedingt nur kleine Volumina aufweisen dürfen. Daher scheiden aufwendige zusätzliche Signalerzeugungsbzw. Sendevorrichtungen aus.

[0007] Bei der erfindungsgemäßen Lösung gelingt es dennoch mit einfachen technischen Mitteln am jeweiligen Empfänger, das an die Steuerzentrale zurückzusendende Rücksendesignal dem Gleissignal selbst so aufzuprägen, daß es wiederum mit geringem technischen Aufwand zuverlässig nachgewiesen werden kann. Ein entscheidendes Merkmal ist hierbei, daß der Nachweis des Signals so synchronisiert zum modulierten Gleissignal erfolgt, daß nur in flankenfreien Abschnitten des Gleissignals detektiert wird.

[0008] Für die Aufprägung des Rücksendesignal werden vorzugsweise ebenfalls Zeitabschnitte des modulierten Gleissignals genutzt, in denen der Spannungspegel des digitalen Gleissignals nicht wechselt. Bevorzugt handelt es sich hierbei, wie weiter unten aufgezeigt, um die zweite Signalhälfte einer Null-Information im digitalen Gleissignal. Diese Zeitabschnitte detektiert die Auswerteeinheit eines Empfängers bei der Abtastung des digitalen Gleissignals ohne, so daß aus der Auswerteeinheit ein entsprechendes Ansteuer- oder Triggersignal für die Erzeugung des Rücksendesignals ohne zusätzlichen Aufwand abgeleitet werden kann.

[0009] Die Rücksendung selbst erfolgt in Form eines hochfrequenten Signals, dessen Frequenz deutlich über der Modulationsfrequenz des Gleissignals liegt und im obigen zur Verfügung stehenden flankenfreien Zeitabschnitt zuverlässig nachgewiesen werden kann. Die Kriterien hierfür sind weiter unten anhand von Ausführungsbeispielen dargelegt. Die Signalform dieses aufzuprägenden Rücksendesignals ist nicht auf bestimmte Formen beschränkt. So kann mit einem Oszillator dem Pegel des digitalen Gleissignals z. B. eine 1-MHz-Schwingung überlagert werden. Bevorzugt wird hierzu eine weiter unten erläuterte kostengünstige und raumsparende Strommodulation anstelle einer spannungsmäßigen Ankopplung über einen Schwingkreis oder Kondensatoren angewandt.

[0010] Prinzipiell kann das hochfrequente Rücksendesignal auch in nicht-flankenfreien Abschnitten des digitalen Gleissignals vom Verbraucher eingekoppelt werden, da, wie im Anspruch 1 angegeben, beim Nachweis des rückgesendeten Rücksendesignals die flankenbehafteten Abschnitte ausblendet werden. Hierdurch ist sichergestellt, daß in der Nachweiseinrichtung für das Rücksendesignal auf dessen Frequenz abgestimmte Schwingkreise bzw. aktive Filter hoher Güte durch die Steuersignalfanken des rechteckförmigen Gleissignals ungestört bleiben. Von Vorteil ist jedoch, wenn das Rücksendesignal auch nur in vorgegebenen flankenfreien Abschnitten des Gleissignals erzeugt wird. Hierdurch wird die Verlustleistung gering gehalten.

[0011] Ferner kann ein adressierter Verbraucher, dem in einem Datenpaket der Gleisspannung Steuerinformation übermittelt wurde, diese nicht nur quittieren, indem er vorzugsweise im nächsten Datenpaket das Rücksendesignal zeitweise oder durchgängig erzeugt. Er kann in den mehreren zur Verfügung stehenden flankenfreien Abschnitten des nächsten Datenpakets mehrere Informationen unterbringen, wie weiter unten dargelegt.

[0012] Das nächste Datenpaket wird deshalb benutzt, weil dadurch ohne gesonderte Adresse im Rücksendesignal dessen eindeutige Zuordnung zum im vorigen Paket adressierten, rücksendenden Verbraucher gewährleistet ist.

[0013] Durch die Quittierung wird die Steuerung durch die Steuerzentrale sicherer gegen die oben aufgezeigten Störungen. Eine Mehrfachübertragung identischer Steuerinformation für einen Verbraucher kann entfallen. Es können

zahlreiche Steuerinformationen für eine Vielzahl von Verbrauchern gehandhabt werden und so die Übertragungsbandbreite der Steuerzentrale gesteigert werden. Durch die erfindungsgemäße bidirektionale Kommunikation bei Energie- und Informationsübertragung über das Gleis besteht zudem die Möglichkeit der Übermittlung von Verbraucherdaten an die Steuerzentrale gleichzeitig mit der Übertragung von Steuerinformation von der Steuerzentrale an die Verbraucher.

**[0014]** Zudem eröffnet die Erfindung auch einen einfachen Weg zur Lokalisierung beweglicher Verbraucher auf der Modellbahnanlage. Hierzu wird das Gleis in mehrere Gleisabschnitte unterteilt, denen jeweils eine eigene Auswerteeinheit für das Gleissignal zugeordnet ist.

**[0015]** Die Erfindung wurde für die Datenübertragung im NMRA DCC Electrical Standard und NMRA DCC Communication Standard realisiert, ist jedoch auch auf andere Formen der digitalen Übertragung von Information von einer Steuerzentrale zu einem Verbraucher in einer digitalen Modellbahnanlage anwendbar, wenn gleichzeitig Energie über dieselbe Zuführung wie die Steuerinformation erfolgt. Dies gilt beispielsweise für Normen mit Impulsbreitenmodulation statt der hier verwendeten Modulation der Frequenz. In der Regel wird normunabhängig ein Informationspaket, welches an einen Verbraucher auf das Gleis gesendet wird, grundsätzlich dessen Adresse enthalten, so daß hierüber der Adressat der Daten feststeht. Die Erfindung wäre allerdings vom Grundsatz her auch auf ein Steuersystem anwendbar, in dem eine feste Anzahl möglicher Verbraucher in einer vorbestimmten Reihenfolge zyklisch angesprochen wird.

**[0016]** Eine Auswerteeinheit für die Rücksendung der Verbraucher kann stationär auf der Anlage beispielsweise in einen Leistungsverstärker oder die Steuerzentrale integriert, oder als eigenständiges Gerät vorgesehen sein. Die Auswerteeinheit synchronisiert die Daten des Rücksendesignals, die ein Verbraucher zurücksendet, indem sie das Gleissignal mit auswertet, welches die Steuerzentrale aussendet. Hierdurch wird die Synchronisierung der Verbraucherrücksendung hergestellt. Die Synchronisierung kann alternativ durch Aussenden eines speziellen Synchronsignals von der Steuerzentrale direkt an die Auswerteeinheit erfolgen. Hiermit kann gezielt auf die Antwort eines bestimmten Verbrauchers getriggert werden.

**[0017]** Im übrigen wäre es prinzipiell auch möglich, den erfindungsgemäßen Gegenstand dadurch zu realisieren, daß am Gleis fortwährend ein zusätzliches hochfrequentes Signal nach Art des obigen Rücksendesignals ansteht und dieses Signal von einem rücksendenden Verbraucher nicht mehr erzeugt, sondern stattdessen zeitweise stark gedämpft wird. So kann die Auswerteeinheit gleichzeitig einen Sender beinhalten, der permanent als Sendefrequenz z. B. 1 MHz auf die Gleisspannung aufmoduliert und die Amplitude der aufmodulierten Spannung überwacht. Die Synchronisierung der Rücksendung kann wie oben beschrieben erfolgen. Ein Verbraucher, der eine Rücksendung an die Auswerteeinheit aussendet, belastet während der Sendezeitabschnitte die Gleisspannung durch Erniedrigung seines Scheinwiderstandes bei 1 MHz. Die Auswerteeinheit detektiert den resultierenden Amplitudeneinbruch und erkennt eine Rücksendung. Auch hier ist durch Belastung und Nichtbelastung in vorgegebenen Zeitabschnitten eine binäre Übertragung von Information vom Verbraucher an die Steuerzentrale möglich.

**[0018]** Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

**[0019]** Fig. 1 die Codierung von Bits bei einem Gleisspannungsformat nach NMRA-Standard, wobei mögliche Zeitpunkte für eine Rücksendung nach dem erfindungsgemäßen

Verfahren angezeigt sind,

**[0020]** Fig. 2 ein Datenpaket bei einem Gleisspannungsformat nach NMRA-Standard,

**[0021]** Fig. 3 ein Prinzipschaltbild zur Erläuterung der Erfindung,

**[0022]** Fig. 4 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels für die erfindungsgemäßen Merkmale im Verbraucher,

**[0023]** Fig. 5 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels für die erfindungsgemäßen Merkmale in der Auswerteeinheit,

**[0024]** Fig. 6 im Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 auftretende Meßsignalverläufe,

**[0025]** Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel für einen Meßwertnehmer der Fig. 5,

**[0026]** Fig. 8 ein Blockschaltbild eines weiteren Ausführungsbeispiels für die erfindungsgemäßen Merkmale in der Auswerteeinheit.

**[0027]** Bei der Übertragung digitaler Informationen nach NMRA-Standard von einer Steuerzentrale 10 zu einem Empfänger bzw. Verbraucher 20 (Lokomotivenempfänger oder stationärer Empfänger gemäß Fig. 3) wird zur Codierung der Bitwerte 0 und 1 das in Fig. 1 dargestellte Schema benutzt, in dem mögliche Zeitpunkte  $t_{\text{send}}$  für Rücksendesignale nach der Erfindung angezeigt sind. Ein hierbei übertragenes typisches Datenpaket ist in Fig. 2 gezeigt. Die Preamble ist ein Vorspann für ein Datenpaket und besteht aus einer Folge von mindestens zehn "1"-Bits. Das Paket-Startbit ist das erste "0"-Bit, das einem Vorspann folgt. Es beendet den Vorspann und signalisiert, daß die nächsten Bits ein Adressbyte darstellen. Nach Übertragung des Adressbytes folgt wiederum ein "0"-Bit als Kennzeichnung für ein folgendes Datenbyte in Form eines Data Byte-Startbits. Das Error Detection Byte dient zur Erkennung von Übertragungsfehlern. Das Paket-Endbit am Ende eines Datenbytes kennzeichnet das Ende des Datenpakets und gehört im allgemeinen zur Preamble des folgenden Pakets.

**[0028]** Im Ausführungsbeispiel erhält die Auswerteeinheit 30 von der Steuerzentrale 10 das in den Fig. 1 und 2 dargestellte Gleissignal. Der Verbraucher 20 wertet das Gleissignal in an sich bekannter Weise fortwährend aus und setzt die Steuerinformation von an ihn adressierten Datenpaketen um. Damit können sowohl die Auswerteeinheit 30 als auch der Verbraucher 20 die Rechteckschwingung am Gleis zur Triggerschaltung und zeitlichen Einordnung für die Erzeugung und den Nachweis des Rücksendesignals nutzen. Die Auswerteeinheit 30 führt der Steuerzentrale 10 die von ihr nachgewiesene Rücksendeinformation des Gleissignals zur weiteren Verarbeitung zu.

**[0029]** Die Fig. 2 zeigt eine mögliche Rückübertragung eines Bytes beim Gleisspannungsformat nach Fig. 1. Hat ein Verbraucher 20 ein an ihn adressiertes Datenpaket vollständig erhalten, so kann im darauf folgenden Paket dieser Verbraucher 20 eine Information über die Auswerteeinheit 30 an die Zentrale 10 zurücksenden. Dies geschieht dadurch, daß der Verbraucher 20 die besagte höhere Frequenz auf das Datenpaket aufmoduliert, welches die Auswerteeinheit 30 wieder demoduliert und so eine Bitinformation des Rücksendesignals feststellt.

**[0030]** Im Ausführungsbeispiel wird für das Rücksendesignal eine Frequenz von 1 MHz verwendet, die bei weitem über der Frequenz des Gleissignals von 5 kHz bis etwa 10 kHz liegt. Ferner wird das Rücksendesignal gemäß Fig. 1 während der zweiten Signalthälfte einer Null-Information ("0"-Bit) gesendet, da während dieser Periode das digitale und von der Steuerzentrale modulierte Gleissignal für längere Zeit keinen Pegelwechsel aufweist, dessen Flanken zu Fehlinterpretationen führen können. Durch diese Triggerschaltung

bei der Erzeugung und vor allem beim Nachweis des Rücksendesignals werden die Störungen durch das Gleissignal selbst eliminiert und von Nachweis-Schwingkreisen, Nachweis-Filtern und Nachweis-Zählern in der Auswerteeinheit, die empfindlich auf das 1 MHz-Rücksendesignal eingestellt sind, ferngehalten.

**[0031]** Der zur Verfügung stehende flankenfreie Abschnitt in Form der zweiten Hälfte der Null-Information ist im Vergleich zur kurzen Periodendauer des Rücksendesignals so lang, daß dieses in Schwingkreisen als Auswerteeinheit **30** zuverlässig erfaßt werden kann. Die Schwingkreise haben genügend Zeit, sicher auf die Mittenfrequenz einzuschwingen und so den Bitwert **1** zu detektieren. Der Bitwert **0** wird durch Fehlen der Sendefrequenz im Rücksendesignal des Verbrauchers dargestellt. Die Zuordnung der Meßzustände zu den Bitwerten **0** oder **1** ist im übrigen definitionsgemäß freigestellt. Zur Erzielung höchster Güten besteht im NMRA-Gleissignal die Möglichkeit Stretched "0"-Bits einzuführen, wie in **Fig. 1** angedeutet ist. Hierdurch kann die Dauer der zweiten Null-Bithälfte verlängert werden.

**[0032]** Um das beschriebene Verfahren anzuwenden, ist es erforderlich, daß alle Verbraucher, die kein Rücksendesignal senden, für die gewählte Sendefrequenz (von hier 1 MHz) einen hohen Scheinwiderstand aufweisen.

**[0033]** Abhängig von den Nachweiseinrichtungen in der Auswerteeinheit ist es ohne weiteres möglich, auch deutlich tiefere Frequenzen beispielsweise bis hinab zu 300 kHz für das Rücksendesignal zu wählen, – bei entsprechend hohem Hardwareaufwand und/oder Verlängerung der flankenfreien Sendeabschnitte auch noch weniger. Wahlweise sind auch noch höhere Frequenzen als 1 MHz möglich.

**[0034]** Das GleissignalfORMAT der **Fig. 1** und **2** weist wegen der Verwendung des Fehlerkorrekturbytes in einem gültigen Datenpaket mindestens elf Null-Bits auf. Daher ist es möglich, von einem Verbraucher mehr als nur eine Bit-Information als Rücksendesignal zu übertragen, das im einfachsten Fall lediglich eine Quittierung des Empfangs eines Steuersignals darstellt. Unter Berücksichtigung eines Synchronisationsbit können somit im Rücksendesignal mindestens zehn Datenbits an die Steuerzentrale zurückgesendet werden. Von diesen wird man zweckmäßiger Weise lediglich acht Bits entsprechend einem Byte ausnutzen. Hierdurch bietet sich die Möglichkeit, bei entsprechender Ausrüstung der Lokomotiven und anderer Verbraucher mit Sensoren Meldungen über die aktuelle Geschwindigkeit, Beschleunigung, Temperatur und Stromaufnahme des Fahrmotors oder der Stromaufnahme von stationären Verbrauchern und dergleichen an die Steuerzentrale zu übermitteln.

**[0035]** Gemäß **Fig. 4** ist im Verbraucher **20** ein 1-MHz-Oszillator **40** vorgesehen. Dieser erhält von einer Abtasteinrichtung **50**, die das Gleissignal abtastet und hieraus eine Synchronisierung auf den benutzten Gleissignalabschnitt herstellt, ein Oszillatorfreigabesignal. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist dieser Abschnitt die zweite Hälfte der Null-Bits im Datenpaket, das auf ein an den Verbraucher **20** adressiertes Datenpaket folgt. Bei Vorliegen des Oszillatorfreigabesignals steuert der Oszillator **40** einen ansonsten geöffneten Transistorschalter **60** mit 1 MHz an. Der Schalter **60** ist in Serie über eine Arbeitsimpedanz **Z** mit dem Gleis verbunden. In der dargestellten Ausführung liegt die Arbeitsimpedanz hinter einem Gleichrichter **70**, der in bekannter Weise zur Energieversorgung des Verbrauchers **20** dient. Dies ist nicht notwendigerweise der Fall. Die Reihenschaltung aus Arbeitsimpedanz **Z** und Schalter **60** kann auch direkt am Gleis liegen. Bei dem in **Fig. 4** gezeigten Ausführungsbeispiel wird das Gleis durch eine Strommodulation mit dem Rücksendesignal beaufschlagt. Diese Lösung ist technisch einfach und raumsparend. Der oben erwähnte

hohe Scheinwiderstand eines nicht sendenden Verbrauchers für die Rücksendesignalfrequenz wird bei geöffnetem Schalter **60** durch die gegebene Hardware des Verbrauchers gewährleistet.

**[0036]** Gemäß **Fig. 5** umfaßt die Auswerteeinheit **30** einen im Leistungskreis liegenden Meßwertaufnehmer **31**, dem das am Gleis auftretende Signal zugeführt wird. Dieses ist in **Fig. 5** mit **Fig. 6a** gezeigt. Das Gleissignal umfaßt neben der von der Steuerzentrale **10** bereit gestellten Rechteckschwingung nach **Fig. 1** alle möglichen Störsignale, wie eingangs erläutert, sowie ein etwaiges Rücksendesignal. In **Fig. 6a** liegt letzteres in den durch **R** angezeigten flankenfreien Zeitabschnitten der modulierten Steuerspannung von der Steuerzentrale **10**. Der Meßwertaufnehmer **31** gewinnt aus dem Gleissignal das Meßsignal gemäß **Fig. 6b**. Ein nachgeschalteter Signalbegrenzer und Vorverstärker **32** liefert das umgeformte Meßsignal gemäß **Fig. 6c**, in dem das Rücksendesignal bereits deutlicher in Erscheinung tritt.

**[0037]** Eine dem Signalbegrenzer und Vorverstärker **32** nachgeschaltete Torschaltung **34** in Form eines Analogschalters blendet aus dem umgeformten Meßsignal nach **Fig. 6c** die für das Rücksendesignal benutzten Zeitabschnitte **R** aus. Hierzu erhält der Steueranschluß der Torschaltung **34** ein Synchronisationssignal von einer Synchronisationseinrichtung **33**. Die Synchronisationseinrichtung **33** weist im Prinzip den gleichen Aufbau wie die Abtasteinrichtung **50** auf und erhält das dem Gleis von der Steuerzentrale **10** zugeführte Steuersignal nach **Fig. 1**. Alternativ könnte auch das Gleissignal nach **Fig. 6a** von der Synchronisationseinrichtung **33** abgetastet werden. Durch diese Synchronisationsmaßnahme ist sichergestellt, daß ein nachgeschalteter auf 1 MHz abgestimmter Filterverstärker **35**, hier in Form eines aktiven Bandpasses hoher Güte, das reduzierte Signal gemäß **Fig. 6d** erhält. Das Ausgangssignal des Filterverstärkers **35** gemäß **Fig. 6e** wird in einem Demodulator **36** demoduliert. Das demodulierte Signal gemäß **Fig. 6f** wird in einem Komparator **37** mit einem Schwellenwert verglichen und das Ausgangssignal gemäß **Fig. 6g** wird der Steuerzentrale **10** zugeführt.

**[0038]** **Fig. 7** zeigt eine bevorzugte mögliche Ausführung des Meßwertaufnehmers **31**, wonach in einer Zuleitung der Steuerzentrale **10** zum Gleis ein Meßwiderstand liegt, der das vorhandene Stromsignal mit oder ohne Rücksendesignal in eine proportionale Spannung umsetzt. Die am Meßwiderstand abgegriffene Meßspannung wird in einem Bandpaß vorgefiltert und dem als Differenzverstärker ausgebildeten Signalbegrenzer und Vorverstärker **32** zugeführt. Ansonsten entspricht **Fig. 7** der **Fig. 5**.

**[0039]** **Fig. 8** zeigt eine Alternative, in der ein Meßwertaufnehmer **31'** beispielsweise einen Differenzierer enthält, der das im Meßsignal enthaltene rechteckförmige Rücksendesignal in eine Impulsfolge umformt. Ein mittels des Schalters **34** auf die Signalabschnitte **R** synchronisierter Zähler **38** zählt die in jedem Zeitabschnitt **R** auftretenden Impulse. Der Zähler **38** wird ferner auch durch die Synchronisationseinrichtung **33** so angesteuert, daß er außerhalb der Zeitabschnitte **R** auf Null gesetzt ist und während der Zeitabschnitte **R** die auftretenden Impulse zählt, wozu eine Torschaltung benutzt wird. Die gezählten Impulse können außer der Impulsfolge aus dem Rücksendesignal auch unterschiedlichste Störimpulse sein. Infolge der vorgegebenen hohen Frequenz der Impulsfolge des Rücksendesignals fallen diese Störimpulse bei ausreichend hohem Zählwert jedoch nicht ins Gewicht. So kann man, wenn der Zähler beispielsweise bis auf 64 Impulse hochgezählt hat, mit Sicherheit schließen, daß die gezählten Impulse in der Hauptsache vom Rücksendesignal herrühren und nicht durch Störimpulse bedingt sind. Im übrigen reichen auch hier deutlich

niedrigere Frequenzen des Rücksendesignals aus, um die durch das Rücksendesignal bedingten Zählwerte aus den Störsignalen herauszuheben.

[0040] Ein nachgeschalteter digitaler Vergleicher 39 vergleicht am Ende des Zeitabschnitts R den Zählerstand des Zählers 38 mit einer Sollvorgabe. Wenn der Zählerstand größer gleich dieser Sollvorgabe ist, erzeugt der Vergleicher 39 ein Signal, das ein erkanntes Rücksendesignal während des Zeitabschnitts R darstellt. Die Vergleichersteuerung erfolgt im Ausführungsbeispiel so, daß ein mögliches erkanntes Rücksendesignal so lange an die Steuerzentrale 10 übermittelt wird, bis die Vergleichersteuerung dem Vergleicher 39 kein Freigabesignal mehr zuführt.

[0041] Als weitere Alternative ist auch denkbar, als Rücksendesignal statt einer hochfrequenten Rechteckmodulation wie in Fig. 4 auch direkt eine entsprechend hochfrequente Impulsfolge vom Verbraucher als Rücksendesignal auf das Gleis zu koppeln und dann im Prinzip wie in Fig. 8 nachzuweisen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur digitalen Steuerung von beweglichen und stationären Verbrauchern einer Modelleisenbahnanlage, bei dem die am Gleis anliegende Versorgungsspannung für die Verbraucher eine entsprechend der digitalen Steuerinformation frequenz- und/oder impuls-längenmodulierte Rechteckspannung ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Verbraucher nach Empfang einer für ihn bestimmten Steuerinformation das Gleis mit einem gegenüber der Frequenz der modulierten Rechteckspannung höherfrequenten Rücksendesignal beaufschlagt und daß dieses Rücksendesignal unter Synchronisierung auf die Rechteckspannung in flankenfreien Spannungsabschnitten der Rechteckspannung nachgewiesen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Nachweis des Rücksendesignals in flankenfreien Spannungsabschnitten gleichen digitalen Pegels erfolgt, vorzugsweise in durch die Modulation bedingten längeren flankenfreien Abschnitten wie der zweiten Signalhälfte einer Nullinformation bei Verwendung des NMRA DCC Electrical Standards und des NMRA DCC Communication Standards.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Beaufschlagung mit dem höherfrequenten Rücksendesignal unter Synchronisierung auf die Rechteckspannung in flankenfreien Spannungsabschnitten der Rechteckspannung erfolgt, vorzugsweise in einem Datenpaket, das sich an das Datenpaket der empfangenen Steuerinformation anschließt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleisbeaufschlagung durch das Rücksendesignal durch Strommodulation erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vorliegen des Rücksendesignals in Form einer Schwingung deren Frequenz detektiert wird und bei Vorliegen des Rücksendesignals in Form einer Impulsfolge eine vorbestimmte Anzahl aufeinander folgender Impulse gezählt wird.
6. Vorrichtung zur digitalen Steuerung von beweglichen und stationären Verbrauchern einer Modelleisenbahnanlage, bei der die am Gleis anliegende Versorgungsspannung für die Verbraucher eine entsprechend der digitalen Steuerinformation einer Steuerzentrale frequenz- und/oder impuls-längenmodulierte Rechteck-

spannung ist und die Verbraucher eine Abtasteinrichtung für die Rechteckspannung aufweisen, dadurch gekennzeichnet,

daß zum Erzeugen eines gegenüber der Frequenz der modulierten Rechteckspannung höherfrequenten Rücksendesignals jeder Verbraucher (20) eine Erzeugungseinrichtung (40, 60, Z) aufweist, die nach Empfang einer für den jeweiligen Verbraucher bestimmten Steuerinformation mit einem aus dem Abtastesignal der Abtasteinrichtung (50) gewonnenen Synchronisationssignal zum Anlegen des Rücksendesignals an das Gleis aktiviert wird, und

daß eine an das Gleis angeschlossene und mit der Steuerzentrale verbundene Auswerteeinheit (30) eine Nachweiseinrichtung (35, 36, 37; 38, 39) für das Rücksendesignal aufweist, die das Rücksendesignal in flankenfreien Spannungsabschnitten der Rechteckspannung nachweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausführen des Nachweises des Rücksendesignals in den flankenfreien Abschnitten der modulierten Rechteckspannung die in der Auswerteeinheit (30) vorgesehene Nachweiseinrichtung (35, 36, 37; 38, 39) durch ein mit der modulierten Rechteckspannung synchronisiertes Synchronisationssignal der Steuerzentrale (10) angesteuert wird, oder alternativ die Auswerteeinheit (30) eine die Nachweiseinrichtung (35, 36, 37; 38, 39) ansteuernde Abtasteinrichtung (33) aufweist, die die am Gleis anliegende modulierte Rechteckspannung erfaßt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugungseinrichtung im Verbraucher einen auf die Frequenz des höherfrequenten Rücksendesignals abgestimmten Oszillator (40) aufweist, der das Gleis vorzugsweise nur in flankenfreien Abschnitten der am Gleis anliegenden Rechteckspannung mit dem Rücksendesignal beaufschlagt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbraucher (20) eine mit dem Gleis verbundene Reihenschaltung aus einer Arbeitsimpedanz (Z) und einer vom Oszillator (40) betätigten Schalteinrichtung (60) aufweist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachweiseinrichtung (35, 36, 37) einen auf die Frequenz des Rücksendesignals abgestimmten Filterverstärker (35) aufweist, der über einen Meßwertaufnehmer (31, 32) mit dem Gleis verbunden ist.

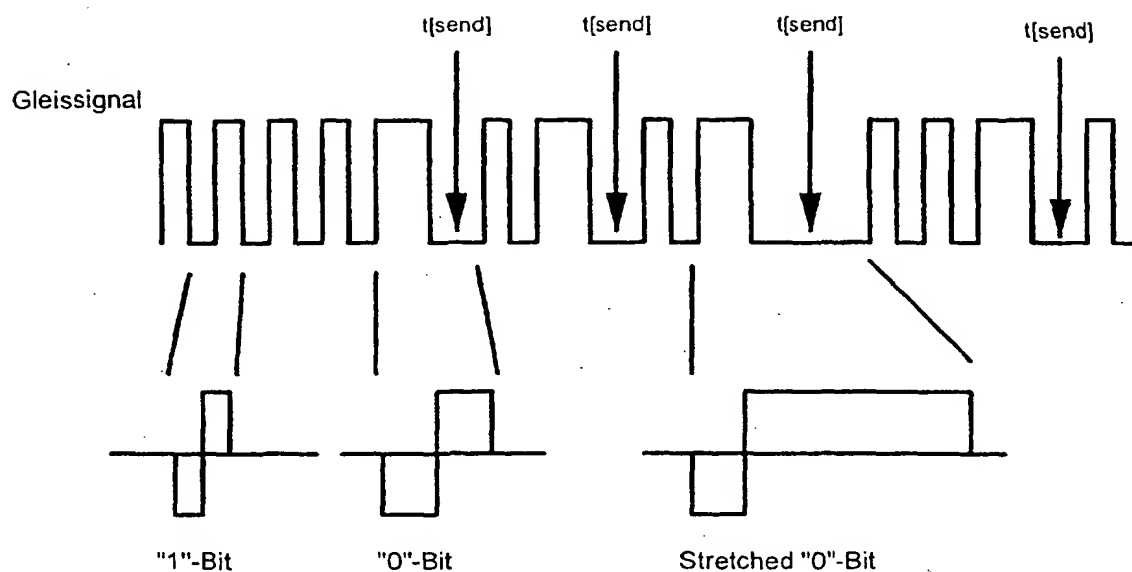
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachweiseinrichtung (38, 39) zum Nachweis des Rücksendesignals in den flankenfreien Spannungsabschnitten einen rückstellbaren Zähler (38) aufweist, der über einen Meßwertaufnehmer (31', 32) mit dem Gleis verbunden ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwertaufnehmer (31, 32) einen Meßwiderstand oder Schwingkreis (31), vorzugsweise mit nachgeschaltetem Signalbegrenzer und Vorverstärker (32) enthält.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwertaufnehmer (31', 32) ein Differenzglied (31'), vorzugsweise mit nachgeschaltetem Signalbegrenzer und Vorverstärker (32) enthält.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

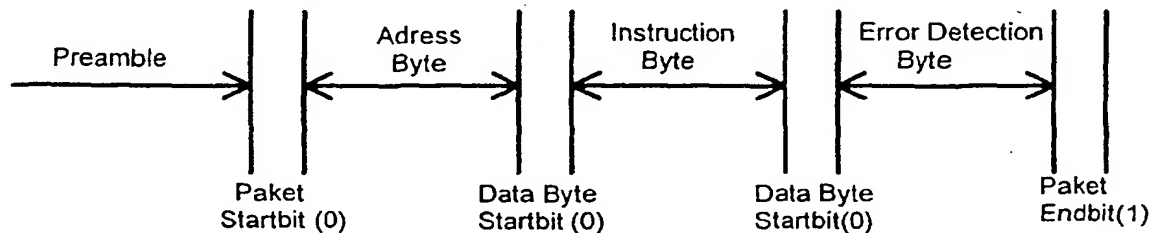
Figur 1



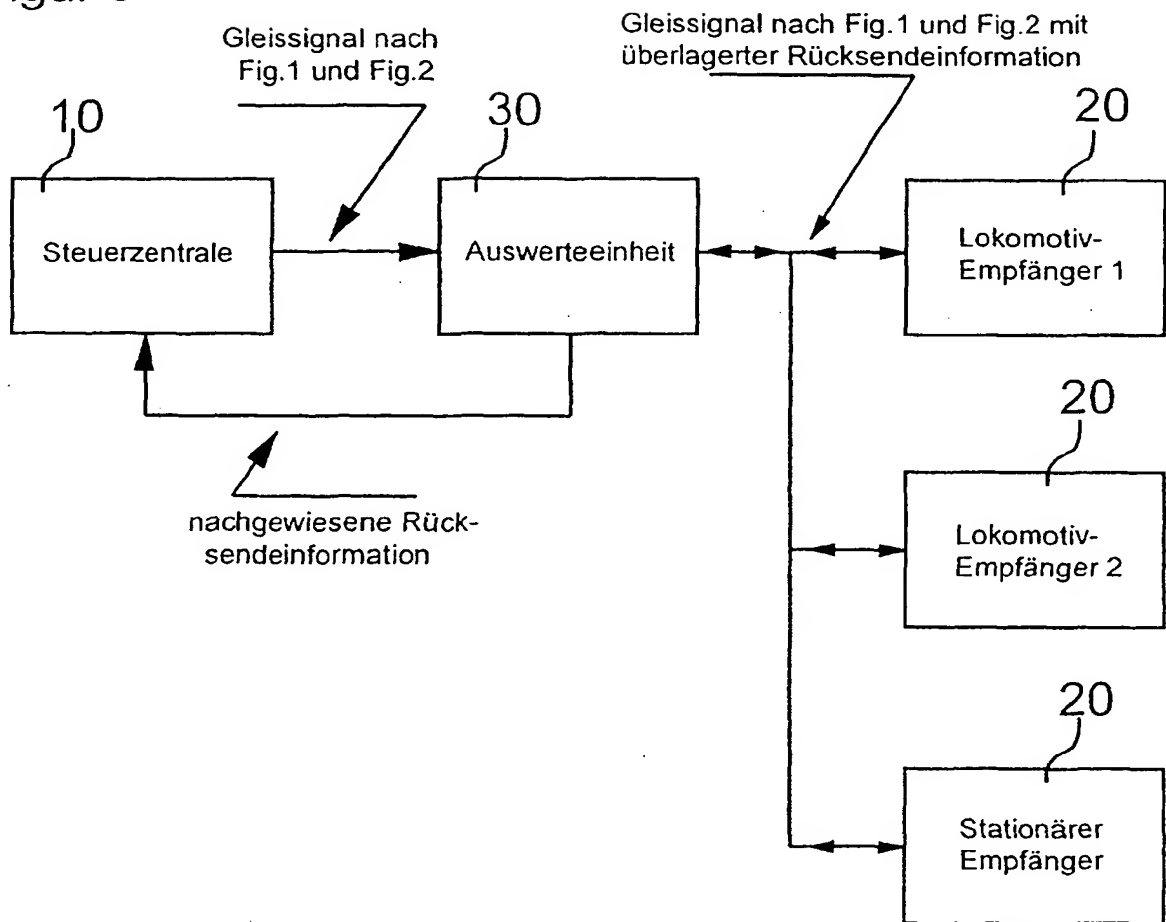
	Dauer 1. Hälfte	Dauer 2. Hälfte	Gesamtdauer
"1"-Bit	$55\mu\text{s} < t < 61\mu\text{s}$	$55\mu\text{s} < t < 61\mu\text{s}$	nominal $116\mu\text{s}$
"0"-Bit	nominal $100\mu\text{s}$	nominal $100\mu\text{s}$	typisch $200\mu\text{s}$
Stretched "0"-Bit	nominal $100\mu\text{s}$	max. $9900\mu\text{s}$	$t \leq 12000\mu\text{s}$

Figur 2

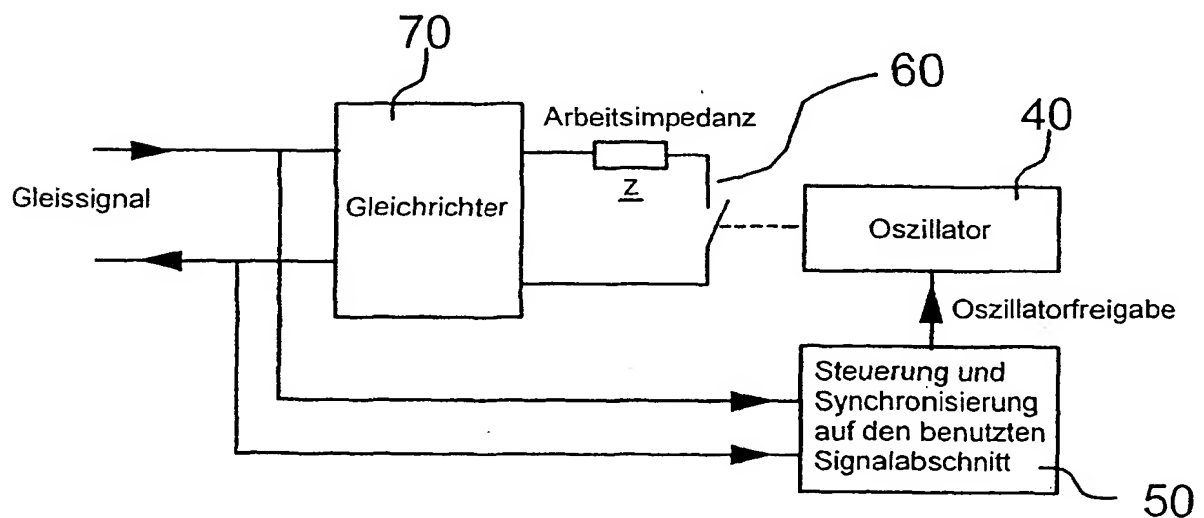
Beispielpaket für die Übertragung von Daten an einen Verbraucher



Figur 3



Figur 4



Figur 5

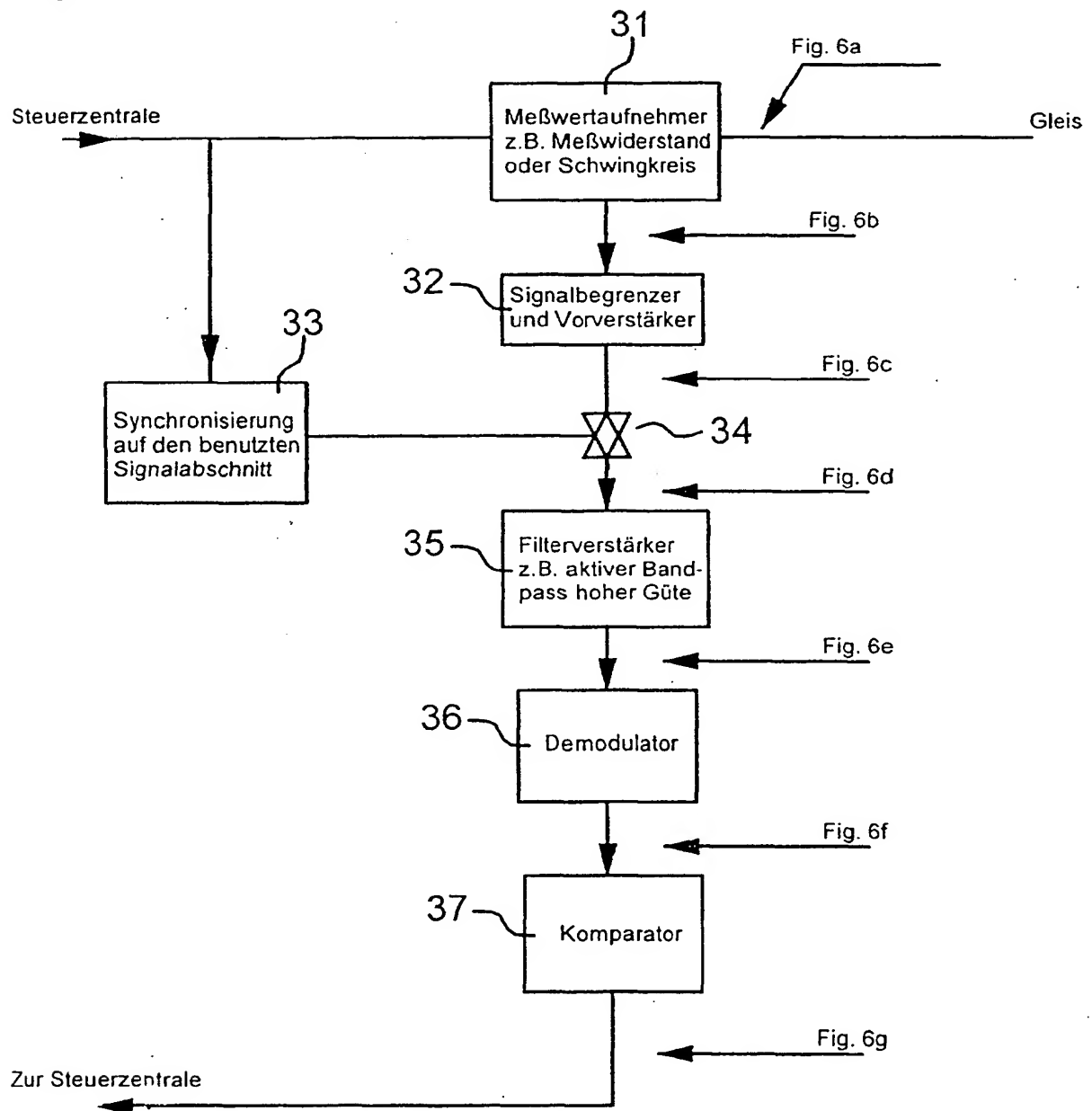




Fig. 6a

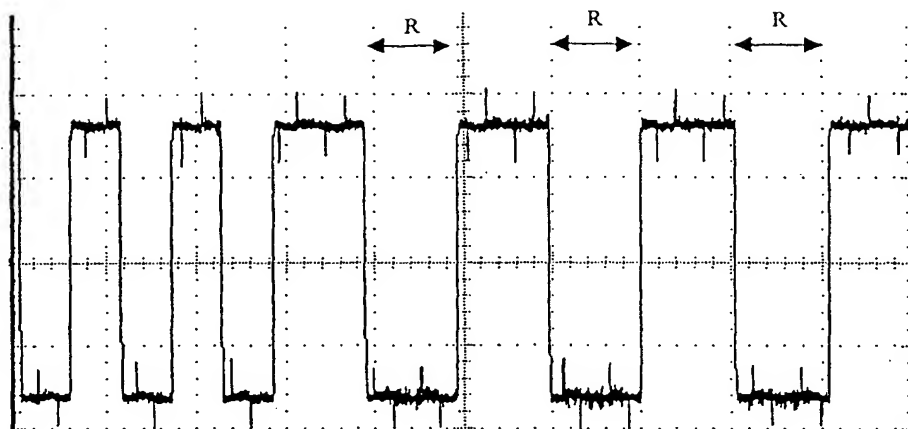


Fig. 6b

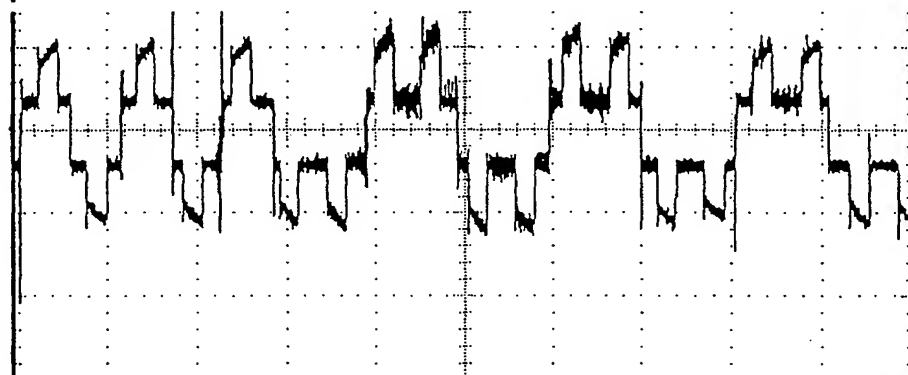


Fig. 6c

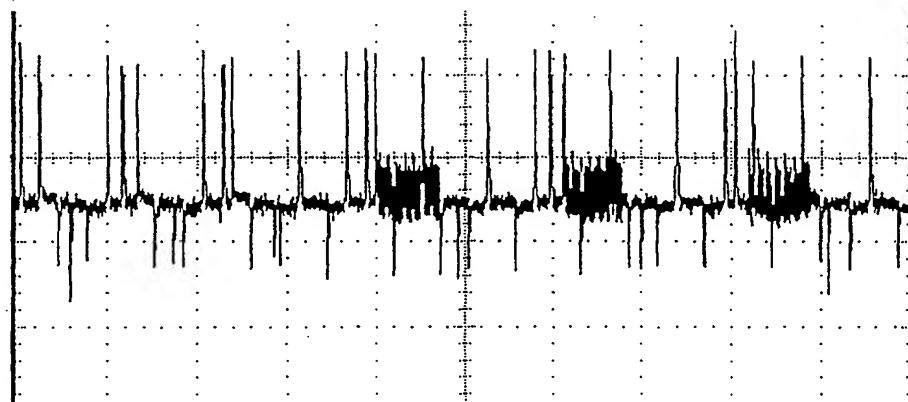


Fig. 6d

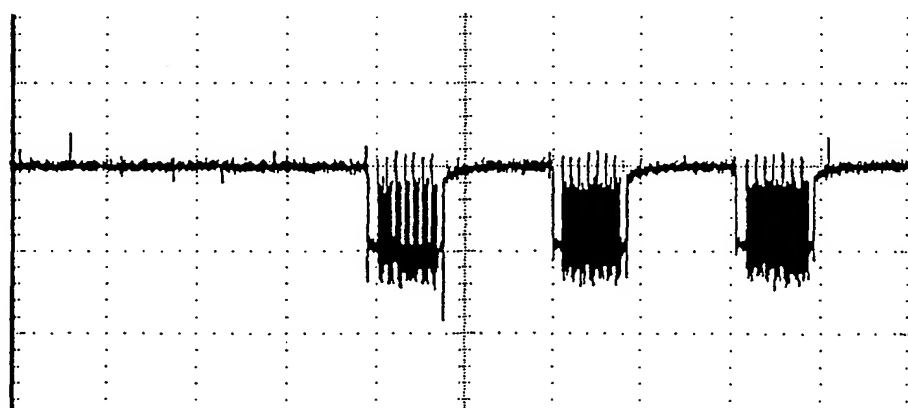


Fig. 6e

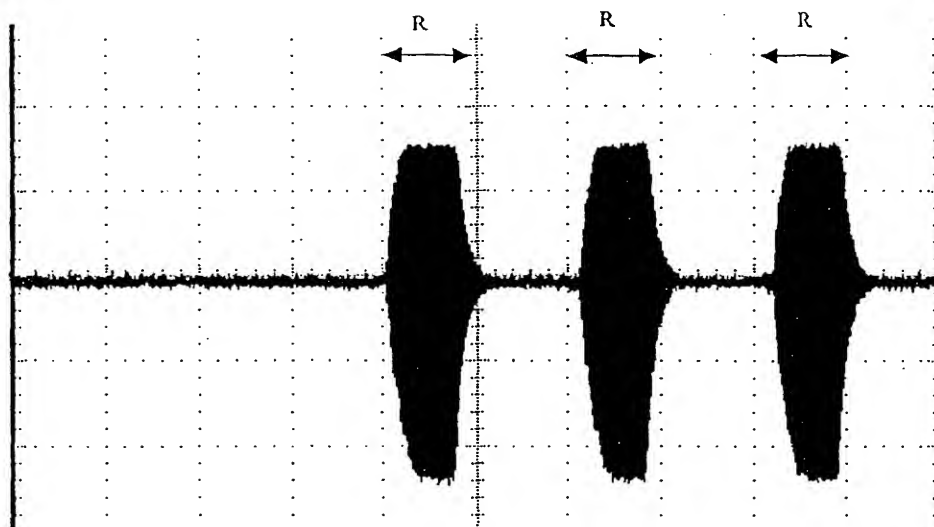


Fig. 6f

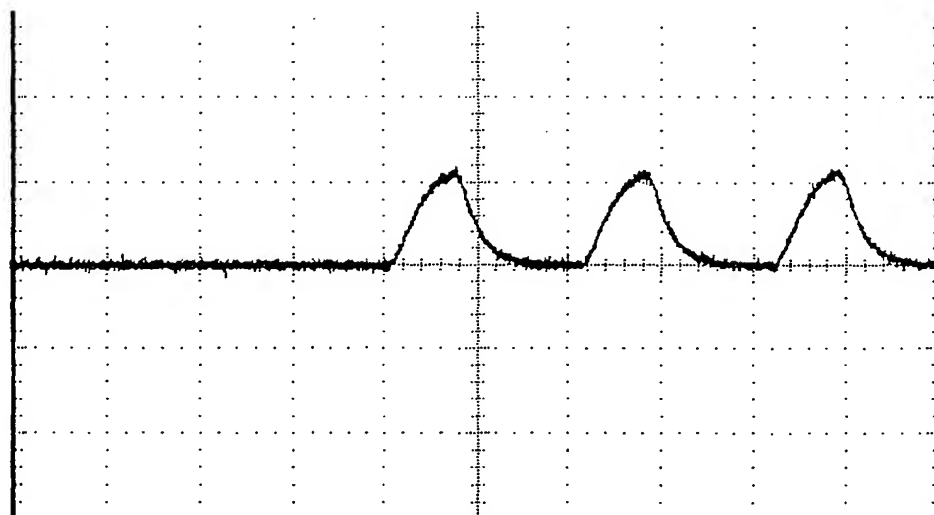
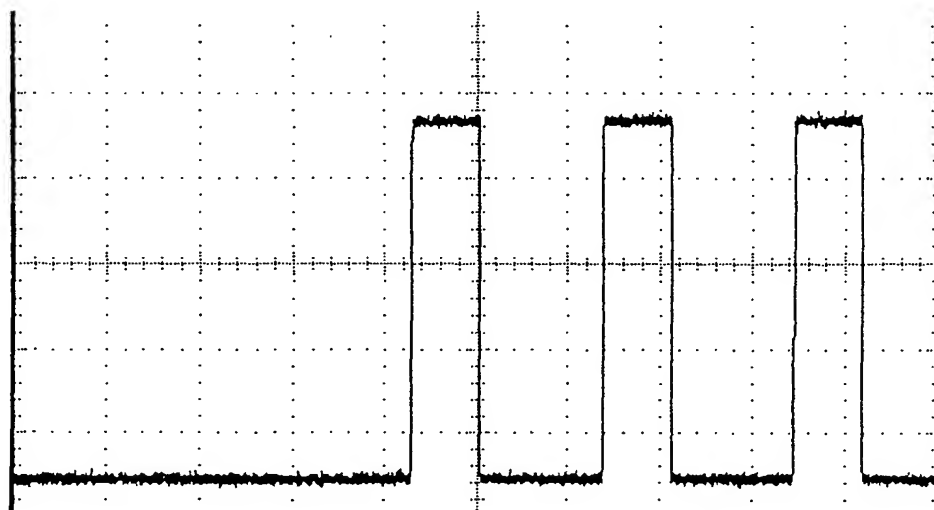
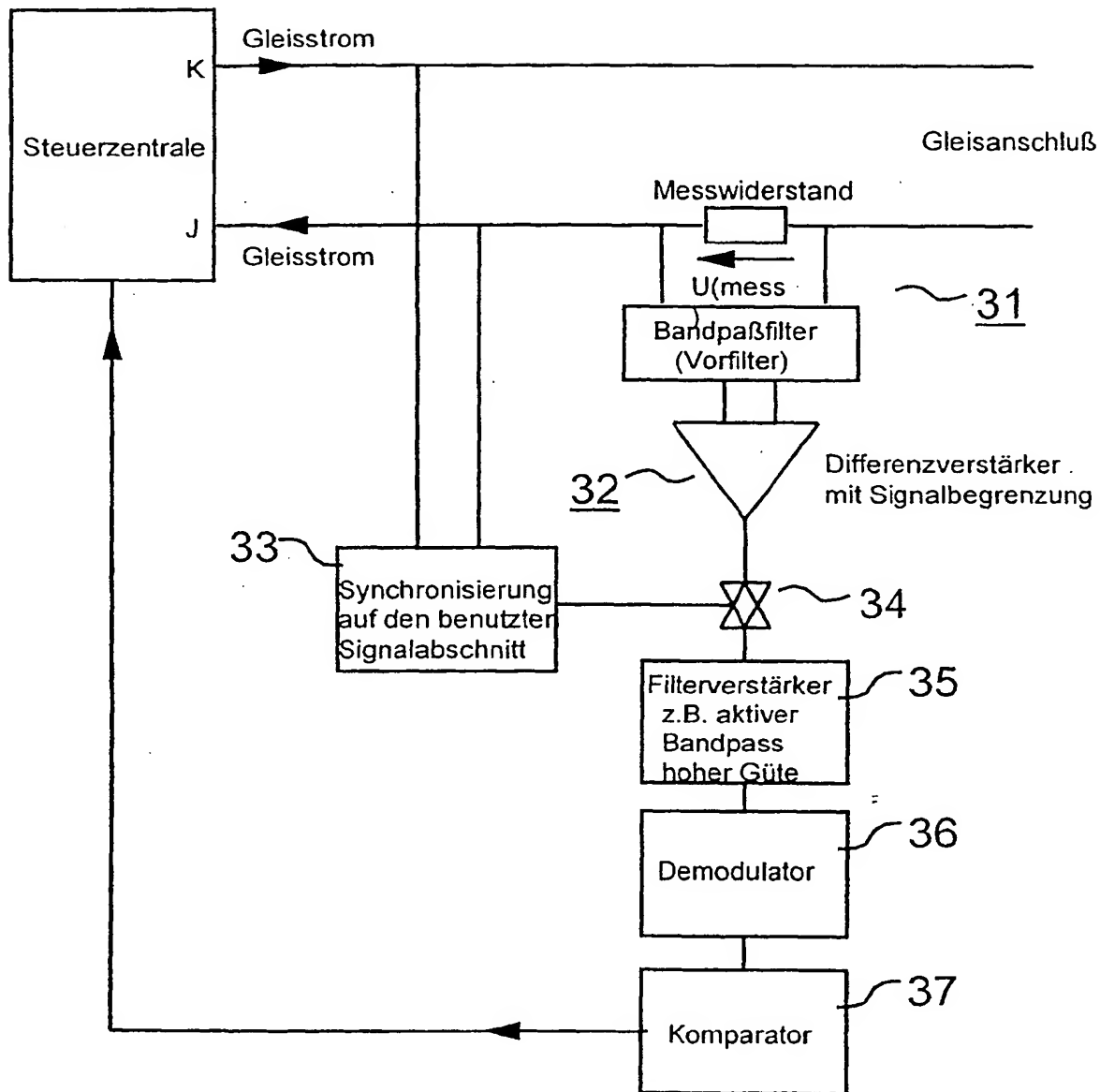


Fig. 6g



Figur 7



Figur 8

